



UNIVERSITÉ MOHAMMED VI
DES SCIENCES DE LA SANTÉ
CASABLANCA

CYCLE INGENIEUR : GENIE BIOMEDICAL
2020-2021

RAPPORT DE FIN DE PROJET

Projet ECG Télémétrie

Devant le Jury :

Président : EL MESSAOUDI Abdelmounim

Encadrant : ELBEKKALI Driss

Superviseur : AROUA AMARI
RAJAH Abdelaziz

Membre : BENOUAZZA Fatima Azzahra
JIOUDI Asmaa

Table des matières

Histoire sur la télémedecine	4
Télémedecine moderne	6
Notre projet	8
Dispatching des tâches	10
Aspect technique : composants – process et simulations	11
Processus de réalisation :	12
Synthèse	14

Liste des tableaux

Figure 1 - Télémédecine	9
Figure 2 - Méthode de Waterfall.....	10
Figure 3 - Module Emetteur.....	13

Liste des figures

Tableau 1 - Répartition des tâches	10
Tableau 2 - Liste des besoins	11

Histoire sur la télémédecine

Pour l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la télémédecine est une composante de la médecine. Elle s'inscrit dans l'univers des professionnels de l'e-santé, « permet d'apporter des services de santé à un être numérisé vivant, là où la distance, l'isolement du patient, sont un facteur critique pour sa santé, par des professionnels (*médecins notamment*) utilisant les TIC pour diagnostics, e-traitement, e-prévention, e-recherche, e-éducation, e-formation continue ».³ Selon le code de santé publique (art. L.6316-1), elle est « une forme de pratique médicale à distance utilisant les technologies de l'information et de la communication ».

La télémédecine fait partie de concepts plus large, comme la télésanté ou l'E-santé. La télésanté désigne « l'ensemble des technologies, des réseaux et des services de soins basés sur la télécommunication et comprenant les programmes d'éducation, de recherche collaborative, de consultation ainsi que d'autres services offerts dans le but d'améliorer la santé du patient ». Axée sur le grand public, donc le patient, la télésanté recouvre effectivement « les activités, services, systèmes, liés à la santé, pratiqués à distance au moyen des TIC, pour les besoins planétaires de promotion de la santé, des soins, du contrôle des épidémies, de la gestion, de la recherche appliquées à la santé ».

Ce sont notamment les possibilités ouvertes par deux avancées techniques plus récentes, initialement distinctes mais désormais confluentes, qui ont déclenché une véritable renaissance de la télésanté clinique :

- La visioconférence, autorisant la tenue de réunions à distance (ou visioréunions) en commentant ensemble des documents ;
- La micro-informatique avec l'Internet, qui permettent de transmettre rapidement, facilement, à des coûts raisonnables, des grandes quantités d'informations multimédias.

La télémédecine a des conséquences sur l'économie numérique, la relation médecins-patient, l'emploi et la formation des médecins.

Télémédecine à travers le temps :

- En 1876, l'invention du téléphone, qui sera le premier outil exploité en télémédecine. En 1905, Willem Einthoven transmet un ECG via une ligne téléphonique (1,5 km).
- La télémédecine est pratiquée officiellement depuis 1920, année de la première licence pour radio de service médical aux bateaux publiée à New-York.
- En 1948, la transmission d'images radios est faite via une ligne téléphonique (38 km). En 1959, des consultations en psychiatrie via un réseau vidéo spécialisé (180 km) est réalisée.
- C'est le 8 novembre 1994 qu'eut lieu la première démonstration de télémédecine² : un examen scanner aux rayons X avait été piloté depuis l'Hôtel-Dieu de Montréal (Canada) sur un patient situé dans l'appareil de l'hôpital Cochin, à Paris (France). En 2001, une

opération de téléchirurgie a été réalisée entre New York — où était le chirurgien — et Strasbourg — où était la patiente, via des fibres optiques sur 7 500 km.

- En France, le premier acte de télé médecine autorisé et pris en charge par l'Assurance maladie concerne le dépistage de la rétinopathie diabétique par les orthoptistes.

Télémédecine moderne

La télémédecine, comme définie ci-dessus, apparaît vaste et diverse ; sept familles d'utilisation peuvent être distinguées selon les informations échangées, les domaines ou personnes concernés, et selon que l'application vise principalement à :

- Des échanges d'avis entre professionnels de santé : téléconsultation et téléexpertise ou encore visioréunions, parfois pluridisciplinaires ;
- Assister à distance, principalement par des conseils diagnostiques et thérapeutiques, un patient localement démuné : téléassistance ;
- Surveiller à domicile, en ambulatoire ..., une fonction vitale défaillante : télésurveillance ;
- Pratiquer totalement et exclusivement à distance un acte médical : télédiagnostic, téléchirurgie, etc. ;
- Organiser la circulation des données dans un réseau de santé : réseaux de santé ;
- Délivrer des informations voire un enseignement : formation en ligne (e-Learning) ;
- Participer à la gestion des systèmes de santé : Cyber-management (ou e-management), qui permet d'offrir aux patients un accès direct comme permanent à leur dossier de santé ou à des téléservices médicaux.

Les pseudo-spécialités suivantes peuvent parfois être rencontrées, dans le but de tenter de mieux décrire certaines activités, mais elles ne sont en aucun cas des actes.

En France, cinq actes de télémédecine ont été définis dans le décret n° 2010-1229 du 19 octobre 2010 :

1. **La téléconsultation** : a pour objet de permettre à un professionnel médical de donner une consultation à distance à un patient. Un professionnel de santé peut être présent auprès du patient et, le cas échéant, assister le professionnel médical au cours de la téléconsultation. Les psychologues mentionnés à l'article 44 de la loi n° 85-772 du 25 juillet 1985 portant diverses dispositions d'ordre social peuvent également être présents auprès du patient ;
2. **La téléexpertise** : a pour objet de permettre à un professionnel médical de solliciter à distance l'avis d'un ou de plusieurs professionnels médicaux en raison de leurs formations ou de leurs compétences particulières, sur la base des informations médicales liées à la prise en charge d'un patient ;
3. **La télésurveillance médicale** : a pour objet de permettre à un professionnel médical d'interpréter à distance les données nécessaires au suivi médical d'un patient et, le cas échéant, de prendre des décisions relatives à la prise en charge de ce patient. L'enregistrement et la transmission des données peuvent être automatisés ou réalisés par le patient lui-même ou par un professionnel de santé ;
4. **La téléassistance médicale** : a pour objet de permettre à un professionnel médical d'assister à distance un autre professionnel de santé au cours de la

réalisation d'un acte ;

5. **La réponse médicale :** apportée dans le cadre de la régulation médicale mentionnée à l'article L. 6311-2 et au troisième alinéa de l'article L. 6314-1.

Notre projet

Depuis le début de la création de la télémédecine, ce domaine n'a cessé d'avancer. Non seulement la technologie lui permet d'évoluer, mais aussi la perception de ce domaine par l'Homme.

Pour que tout projet durant ce temps moderne, trois facteurs sont les principaux éléments qui peuvent déterminer si un projet de télémédecine connaîtra un succès, ou un échec.

Les trois éléments sont :

- Le Hardware utilisé
- La bande passante du Réseau (Internet)

Le Hardware :

Afin d'améliorer les services de soins, de nouveaux DM doivent être né, et donc l'innovation dans le monde Biomédicale est impérative pour développement de n'importe quel service de soins, diagnostique traitement, opérations chirurgicales. Tout ceci est du au développement du hardware.

- Processeur plus puissant ;
- Carte graphique plus performante ;
- Augmentation des capacités de stockage des données
- Découverte de nouveau type de matérielle
- Etc

La Bande Passante du Réseau (Internet) :

Depuis l'apparition de l'internet, le débit ou bien la vitesse de transfert des données soit ascendantes, ou bien descendantes a évolué, et même dépasser les attentes de n'importe quel individu. Lors du début de l'internet, le débit de ce dernier ne dépasser pas les 20 kByte/Secondes, alors qu'aujourd'hui on se trouve avec des vitesses tels que 1 GByte/Secondes, ou bien même 10 GByte/Secondes. Ces débits sont très importants pour le transfert des données puisqu'on est capable de transférer des images, et vidéos qui peuvent avoir une résolution qui peut aller jusqu'à 4K.



Figure 1 - Télémédecine

Ces éléments sont très importants pour n'importe quel projet, et surtout le nôtre.

Dans le cadre du module de projet de filière nous avons choisis le projet « ECG », mais on a pu développer le projet pour l'utiliser à distance. Notre projet, nous permet de mesurer des trois dimensions de l'activité électrique sur des patients distants dans un cadre d'e – sante.

Notre objectif est :

- Etudier l'activité électrique du cœur
- Exploiter des technologies numériques dans le domaine de la sante
- Analyse des données

1. Objectifs opérationnels :

- Diagnostique des maladies cardiaques chez des patients distants, en cas de symptôme : palpitations, douleur thoraciques, dyspnée aigue ou chronique, malaise, perte de connaissance ou syncope
- Le bilan initial ou la surveillance ultérieure des pathologies cardiaques de pathologies non cardiaques pouvant donner lieu à des complications cardiovasculaires (ex : surveillance du diabétique).
- Bilan préopératoire.

2. Objectifs stratégiques :

- Solution aux contraintes budgétaires et à la pénurie en Ressources Humaines (RH) qualifiées, c'est à dire des médecins spécialistes.
- Appuyer la réforme du système de santé et accompagner la mise en place de la couverture sanitaire universelle.
- Amélioration dans la qualité et l'accessibilité aux soins, ainsi qu'une réduction des dépenses en santé.

Dispatching des tâches

Membre 1 – Amine NAQI	Membre 2 – Ali Koubali
Taches effectuées : <ul style="list-style-type: none">➤ Prototypage➤ Back-end	Taches effectuées : <ul style="list-style-type: none">➤ Simulation➤ Analyse des données

Membre 3 – Othmane KHALIL	Membre 4 – Moncef RAFIAI
Taches effectuées : <ul style="list-style-type: none">➤ Front-end➤ Prototypage	Taches effectuées : <ul style="list-style-type: none">➤ Aspects déontologiques➤ Conformité HL7

Tableau 1 - Répartition des tâches

Méthodes utilisées dans la gestion du projet :

La majorité des entreprises qui produisent des biens techniques, ou liés à la technologie, utilisent toujours des procédures standardisées, pour suivre le développement, et l'évolution de chaque étape de la conception de ce bien.

Le développement des logiciels, ou les systèmes embarqués occupe une place croissante dans les dépenses informatiques, dépassant souvent largement celui du matériel d'où le choix de la méthode cycle en cascade.

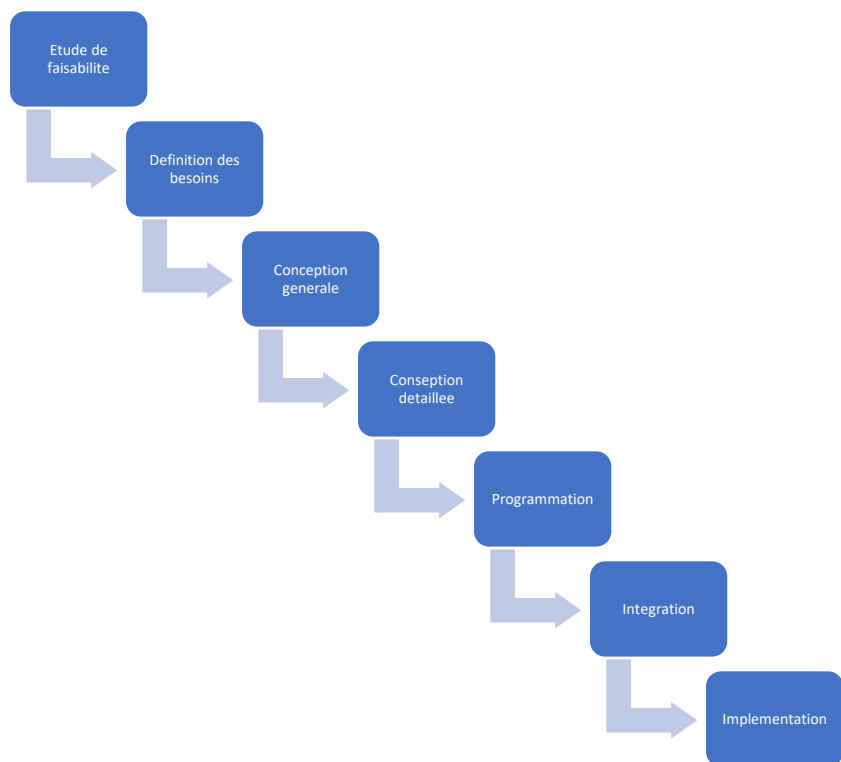


Figure 2 - Méthode de Waterfall

Aspect technique : composants – process et simulations

Sur ce tableau ci-dessous, vous désignez chaque composant avec sa référence et son utilité dans la carte que vous réaliserez.

Composant	Nombre	Lien
Carte NRF24L01 (carte réseau) avec antenne	2	https://www.arduipplanet.ma/produit/module-nrf24l01-emetteur-recepteur-2-4ghz-antenne/
Arduino UNO	1	https://www.arduipplanet.ma/produit/arduino-uno-smd-cable-usb/
Arduino Méga 2560	1	https://www.arduipplanet.ma/produit/arduino-mega-2560-cable-usb/
Breadboard	2	https://www.arduipplanet.ma/produit/breadboard-400-points/
Cable male/male (Paquet)	2	https://www.arduipplanet.ma/produit/cable-dupont-malemale-20cm-x-10/
Cable femelle/femelle (Paquet)	2	https://www.arduipplanet.ma/produit/cable-dupont-femellefemelle-20cm-x-10/
Cable male/femelle (Paquet)	2	https://www.arduipplanet.ma/produit/cable-dupont-malefemelle-20cm-x-40/
DFROBOT ECG heart rate sensor	1	https://www.dfrobot.com/product-1510.html
Ecran LCD programmable	1	https://www.moussasoft.com/product/nextion-5-tft-ecran-tactile-uart-maroc
Total		1950 MAD

Tableau 2 - Liste des besoins

Processus de réalisation :

L'objectif principal de notre projet est de créer un modèle de diagnostique d'un problème cardiaque à distance.

Notre projet est réparti en deux parties ou bien maquettes de communication interconnectée par radiofréquence. Nous avons décidé d'utiliser le module NRF24L01 qui est un module de télécommunication par radio pour sa simplicité d'utilisation, sa fiabilité en termes de transfert de donnée, ainsi que sa couverture réseau qui peut atteindre un rayon de 1.1Km.

Pour notre modèle, on a besoin de deux modules NRF24L01, l'un des deux est programmé comme un émetteur, et l'autre comme récepteur de donnée.

Les données en ce qui nous concerne sont des données cardiaques, et plus précisément les fluctuations des signaux électriques cardiaques, en autre terme le signal « PQRST ». Pour pouvoir capter ce signal on a besoin d'un capteur ECG, qui sera mis en place sur le corps du patient afin de dégager ce signal.

Pour notre cas, on a choisi le module DFRobot SEN0213 pour faciliter l'implémentation dans un modèle de conception, et le fait qu'il est « OPENSOURCE », ainsi que son prix par rapport à la qualité.

Notre modèle de transmission sera composé du capteur cardiaque, une antenne NRF24L01, et bien sûr la plateforme de programmation qui sera notre cas Arduino Uno. Pour interconnecter cet ensemble on aura aussi besoin de câble de connexion de type Male/Male, Femelle/Femelle, Male/Femelle.

Le modèle de réception par contre sera composé de l'autre antenne, un afficheur LCD pour nous montrer le signal cardiaque, et la plateforme Arduino Mega 2560 pour interconnecter ces composants.

On aura aussi besoin d'un Breadboard pour faciliter l'implémentation des composants, et nous permettre une meilleure accessibilité aux interconnexions électriques lors de la réalisation du projet.

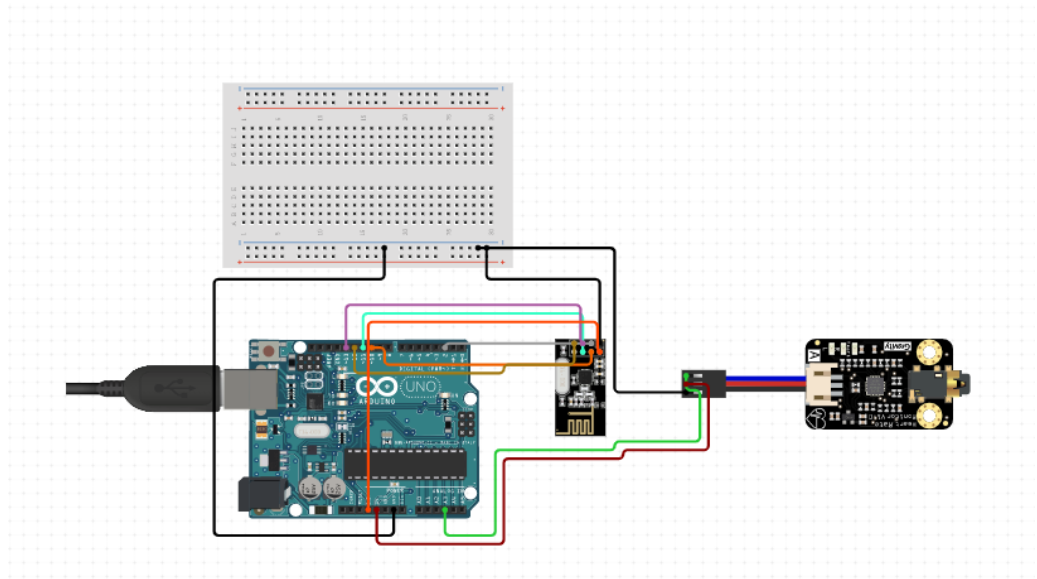


Figure 3 - Module Emetteur

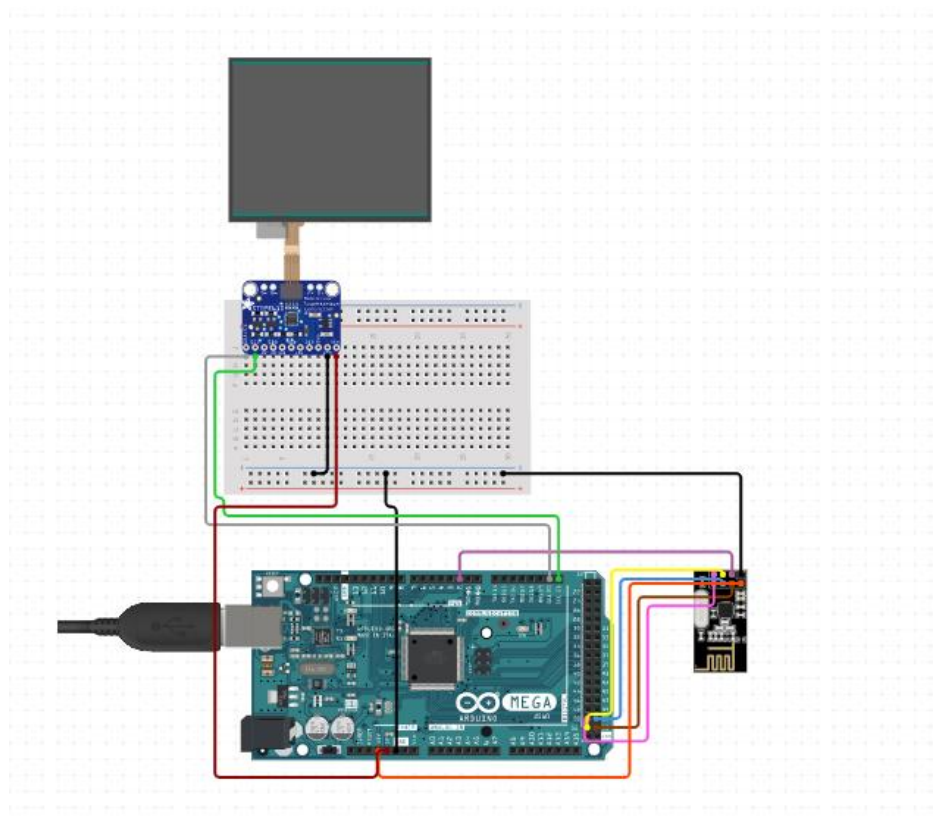


Figure 4 - Module récepteur

Synthèse

Le projet lors de la conception n'a pas été facile à manipuler à cause de perturbation au niveau de la réception du signal provenant du module NRF24L1. Non seulement la réception mais aussi la visualisation du signal sur l'écran de l'ordinateur.

Ceci sans prendre en considération la difficulté d'acquisition des modules électroniques, puisque le module du capteur doit être importer de l'étranger.

Le module de réception ne fonctionnait pas comme il le fallait, car on devait régler les paramètres de puissance du signal, et il n'y avait pas assez de documentations claires sur ce module, ceci s'applique à la visualisation du signal où une documentation claire pouvait nous permettre consacrer environ 3 jours de test, débogage à autre chose plus intuitive.

Le plus gros problème était d'obtenir le module de capteur ECG qui nous a pris environ 2 mois et 27 jours afin d'arriver au Maroc. Cette durée est considérée comme temps mort qui a impacté le développement de notre projet de façon brutale.

Bibliographie

Document web

- [1] Howtomechatronics.com : <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-wireless-communication-nrf24l01-tutorial/>
- [2] Wiki.dfrobot.com : [https://wiki.dfrobot.com/Heart Rate Monitor Sensor SKU SEN0213](https://wiki.dfrobot.com/Heart_Rate_Monitor_Sensor_SKU_SEN0213)
- [3] Wikipedia.com : <https://en.wikipedia.org/wiki/Electrocardiography>
- [4] circuito.io : <https://www.circuito.io/>